



电 容 器 技 术 交 流

铝聚合物电解电容器的特性及应用

江门市新会三巨电子科技有限公司
JIANGMEN XINHUI SANJV ELECTRONIC CO., LTD.

地址：广东省江门市新会区中心南路 37 号广源大厦 B 座

邮政编码：529100

联系电话：0750-8686169

传真：0750-6331711

E-Mail: xhsanjv@163.com

公司网址: www.sanjv.com

铝聚合物电解电容器的特性及应用

摘要: 本文主要介绍了铝聚合物电解电容器的电气性能及主要参数, 重点阐述了其等效串联电阻(ESR)低、承载纹波电流能力强的优点, 同时分析了铝聚合物电解电容器在电路中应用的特点。

关键词: 聚合物; 电解电容器; 等效串联电阻

铝聚合物电解电容器

铝电解电容器种类很多, 有的可以将 ESR 明显减小, 但是还是没有质的变化。ESR 主要是由电解电容器的阴极电阻造成的, 提高电解电容器的阴极材料电导率可以改善电解电容器的性能, 而铝聚合物电解电容器的有机聚合物阴极可以使电导率达到 300ms/cm, 甚至 3000ms/cm, 这种阴极材料可以使电解电容器的 ESR 非常低。

铝聚合物电解电容器的结构与普通铝电解电容器相同, 所不同的是引线式铝聚合物电解电容器的阴极材料用有机半导体浸膏替代电解液。固态铝聚合物贴片电容是结合了铝电解电容和钽电容的一种独特结构。同传统的铝电解电容一样, 固态铝聚合物贴片电容的阳极铝电极板、氧化铝层通过阳极氧化过程制作在上面。固态铝聚合物贴片电容中, 高电导率的聚合物电极薄膜沉积在氧化铝上, 作为阴极, 炭和银为阴极的引出电极, 这一点与固态钽电解电容器相似。

铝聚合物电解电容器电气性能

ESR 和额定纹波电流

铝聚合物电解电容器最大的特点是 ESR 很小, 固态铝聚合物贴片电容的 ESR 低于固态钽, 甚至低于钽-聚合物组合电容, 原因就是采用了固态导体聚合物, 这就意味着承受纹波电流能力强。电解电容的 ESR 主要取决于电极的电阻, 固态铝聚合物电容的电极阻值比其它电极的阻值小得多, 几乎为 0。

阻抗频率特性

在低频段(低于 10kHz)和高频段(高于 20MHz), 铝聚合物电解电容器与低 ESR 铝电解电容器、钽电解电容器的性能相差不多。而在对开关电源输出整流滤波和数字电路的电源旁路最有效的中频段, 却有着明显的差别, 特别是在 1MHz 左右, 相差非常明显。铝聚合物电解电容器的阻抗最低, 钽电解电容器次之, ESR 铝电解电容器相对阻抗最高相差接近一个半数量级。表明铝聚合物电解电容器在上述应用中更加有效。

阻抗频率特性

在低频段(低于 10kHz)和高频段(高于 20MHz), 铝聚合物电解电容器与低 ESR 铝电解电容器、钽电解电容器的性能相差不多。而在对开关电源输出整流滤波和数字电路的电源旁路最有效的中频段, 却有着明显的差别, 特别是在 1MHz 左右, 相差非常明显。铝聚合物电解电容器的阻抗最低, 钽电解电容器次之, ESR 铝电解电容器相对阻抗最高相差接近一个半数量级。表明铝聚合物电解电容器在上述应用中更加有效。

ESR 与电容量的温度特性

铝聚合物电解电容器及用途相近的其它电容器的 ESR 温度特性如图 1(a)所示。铝聚合物电解电容器的 ESR 特性从-55℃到+105℃几乎没有变化, 变化由大到小依次为铝电解电容器、X5U 陶瓷电容器、

钽电解电容器、X5P 陶瓷电容器、铝聚合物电解电容器，其中铝电解电容器变化达数十倍。铝聚合物电解电容器及用途相近的其它电容器的电容温度特性如图 1(b)所示。铝聚合物电解电容器的电容量在全温度范围内变化不到 15%，略高于钽电解电容器，低于其它电容器。

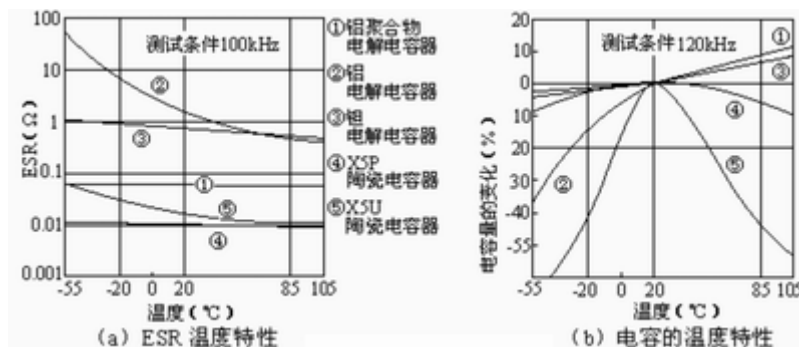


图 1 电容器的温度特性

电压对电容量的影响

铝聚合物电解电容器的电容量与施加电压基本无关，而陶瓷电容器的电容量则随外加电压的增加而明显下降(大约下降 20%)。

铝聚合物电解电容器的应用

上电冲击电流的抑制

由于铝聚合物电解电容器的 ESR 极小，上电过程中电容器上没有初始电压，因此，将产生幅值很高的上电冲击电流。一般情况下，应将冲击电流幅值限制在 10A 以下或低于允许纹波电流的 10 倍以下。通常的 DC/DC 变换器的输入仅用一个低 ESR 电容器滤波，这时，如选用铝聚合物电解电容器作为输入滤波电容器(假设 ESR 和电源内阻分别为 90m 和 50m，输入电压为 24V)，其上电电流峰值可能达到：

$$I_s = \frac{E}{R_f + R_{ESR}} = \frac{24}{0.09 + 0.05} = 171.5(A) \quad (1)$$

远远高于铝聚合物电解电容器的纹波电流承受能力。必须考虑上电过程的冲击电流限制。可以采用 AC/DC 变换器上电电流限制方法，如串联限流电阻，见图 2(a)，则：

$$I_s = \frac{E}{R_f + R_{ESR} + R} \quad (2)$$

这种电路的最大特点是电路极其简单，所付出的代价则是降低了变换器的效率，在输入电压较低的 DC/DC 变换器应用中不宜采用。要解决这个问题，可以采用 AC/DC 变换器的方案，通过继电器的触点，上电后经过一个延迟时间将限流电阻短路，如图 2(b)所示。这种电路的问题是继电器的体积与 DC/DC 变换器体积矛盾，以及控制继电器所需的功率将影响变换器的效率。还可以在电源与 DC/DC 变换器的输入端串接负温度系数热敏电阻，如图 2(c)所示，这个方案看起来似乎特别合理，但是对于低电压输入的 DC/DC 变换器，其热态的电阻会影响变换器的效率，这种电路的缺点是在高温环境下热敏电阻将不能有效地起到限流作用。还可以采用热插拔电路，如图 2(d)所示，能很好地解决这个问题。当然也可以在变

换器输入部分串接一个带有磁芯的电感，允许的峰值电流为： $I_s = E \sqrt{\frac{C}{L}}$ (3)；得到其电感量的关系为：

$$L = C \cdot \frac{E^2}{I_s^2} \quad (4)$$

当输入电压为 24V，输入滤波电容器为 22 F，限制电流在 10A 以下时的电感量为：

$$L = 22 \times 10^{-6} \times \frac{24^2}{10^2} = 126.7(\mu H) \quad (5)$$

为防止限流电感释放储能时产生浪涌过压，可以在限流电感上反并联二极管。

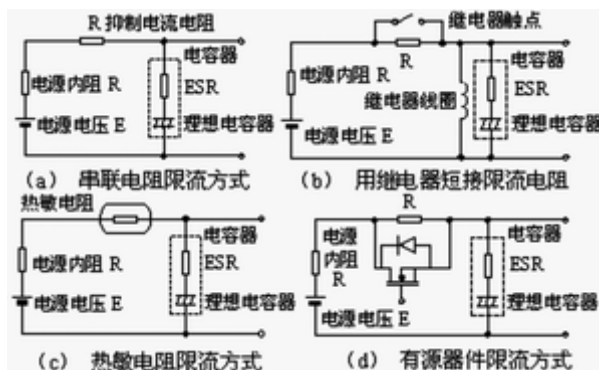


图 2 限制上电电流的措施

用于输出整流滤波时的

短路电流限制

由于铝聚合物电解电容器的 ESR 极小，用于输出整流滤波时，由于负载短路或其它原因，会出现瞬间的高幅值放电电流。因此，具有铝聚合物电解电容器的 AC/DC 变换器或 DC/DC 模块，可以采用类似热插拔的电路抑制输出短路电流。需要注意的是，这时的短路保护不再是关闭开关管，而是切断变换器的输出与外界的联系。

对于负载的上电过程，如果负载的输入滤波电容不是铝聚合物电解电容器，通常无需特意限制输出的放电电流值。其原因是，小的薄膜电容器的容量相对很小，上电的瞬时冲击电流持续时间极短，或可以通过回路的寄生电感加以限制。而负载用铝电解电容器作为输入滤波，则由于铝电解电容器的 ESR 相对很大，有效地限制了负载上电过程的冲击电流。

铝聚合物电解电容器的

并联及与其它电容器的并联

为将铝聚合物电解电容器的纹波电流限制在允许范围内，可以采用多个容量小的铝聚合物电解电容并联。如 10V/4.7 F 电容器的额定纹波电流为 670mA，而 10V/47 F、10V/470 F 的铝聚合物电解电容器的额定纹波电流分别为 1620mA、4510mA，从纹波电流值考虑，一个 10V/47 F 和一个 10V/470 F 分别可以用两个半和 6.7 个 10V/4.7 F 替代。同样，10 个 10V/4.7 F 可以流过 6700mA 的纹波电流，而一个 10V/47 F 仅能流过 1620mA 的纹波电流。因此，在纹波电流比较大的应用中，可以考虑采用多个电容器并联的方式，在开关电源和电脑主板的电压变换部分也常采用这种解决方案。由于寄生电感的

作用，通常产生纹波电流的电路可以认为是纹波电流源。这样，滤波电容器的 ESR 与尖峰电压的关系可

以用式(6)表示： $V_{peak} = R_{ESR} \cdot I_r$ (6)

其中， V_{peak} 、 I_r 分别为峰值电压和纹波电流。

可以看到，若纹波电流峰值为 5A，ESR 为 10m Ω ，则纹波峰值电压为 50mV，若 ESR 为 100m Ω ，则纹波峰值电压为 500mV。10V/4.7 F、10V/47 F 和 10V/470 F 铝聚合物电解电容器的 ESR 分别为：240 m Ω 、50 m Ω 和 13 m Ω ，如果这个纹波电流峰值分别流过上述电容器，则会产生 1200mV、250mV、75 mV 纹波峰值电压，如果用 5 个 10V/47 F 并联，尽管容量仅为 235 F，但是 ESR 可以下降到 10 m Ω ，可以将纹波电压峰值限制在 50mV 以内。

与其它种类电容器并联时，在低频段，电容器呈容性，纹波电流根据电容量的比例分配。在中频段则以 ESR 的倒数比例进行分配，这是由于铝聚合物电解电容器的 ESR 比铝电解电容器和钽电解电容器小得多，因此，将分得较大比例的纹波电流。在高频段是按各电容器寄生电感的倒数比例进行分配，寄生电感小的电容器将流过比较大的纹波电流。种类不同但容量相同的电容器并联时，若在某个频段，各电容器分别呈现容性、阻性、感性，则呈现容性的电容器上的纹波电流最大，通常，这个呈现容性的电容器就是铝聚合物电解电容器，这就需要注意铝聚合物电解电容器上的纹波电流是否超过允许的纹波电流值。

结语

通过上述分析，可以看出铝聚合物电解电容器由于其结构和材料的不同，具有明显优于其它电解电容器的特点。在电路设计中应充分发挥其优点，使设计简捷、高效、可靠。